



AB

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 199 20 093 C 1

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
B 60 H 1/00

②1 Aktenzeichen: 199 20 093.9-16  
②2 Anmeldetag: 3. 5. 1999  
④3 Offenlegungstag: -  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 28. 9. 2000

DE 199 20 093 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:  
Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München,  
DE

⑦2 Erfinder:  
Herpel, Thomas, Dr., 81929 München, DE;  
Morgenstern, Stefan, 81827 München, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 196 08 015 C1  
DE 197 28 578 A1  
DE 197 28 577 A1  
DE 196 34 774 A1  
DE 37 39 372 A1

⑤4 Verfahren zur Regelung der Verdampfer Temperatur bei einer Fahrzeug-Klimaanlage

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Verdampfer Temperatur einer Fahrzeugklimaanlage mit einem Verdampfer, einem Kompressor, einem Kondensator und einem Expansionsorgan, bei dem die Verdampfer Temperatur in Abhängigkeit von Betriebsbedingungen eingestellt wird.

Eine Verdampfer Temperaturregelung im Zusammenhang mit einer Verbrauchs- und einer Komfortoptimierung zu erreichen, wird dadurch gelöst, daß ein erster Verdampfer Temperaturwert ( $T_{V,p}$ ) bezüglich einer gewünschten Luftfeuchte kontinuierlich ermittelt wird, daß ein zweiter Verdampfer Temperaturwert ( $T_{V,p}$ ) zur Sicherstellung einer ausreichenden Kühlleistung kontinuierlich ermittelt wird und daß als einzustellende Verdampfer Temperatur ( $T_V$ ) der kleinste der beiden Temperaturwerte ausgewählt wird.

DE 199 20 093 C 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Verdampfer-temperatur bei einer Fahrzeug-Klimaanlage gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Klimaanlagen in Fahrzeugen sind allgemein bekannt. In der Regel verdichtet ein Kompressor ein gasförmiges Kältemittel und beim Durchströmen des Kältemittels durch einen Kondensator, ein Expansionsorgan und einen Verdampfer wird die ebenfalls durch den Verdampfer strömende Luft gekühlt. Die Absenkung der Lufttemperatur erfolgt meist auf eine Temperatur von etwa 1°C bis 3°C. Da diese meist unter dem Taupunkt der zur Kühlung angesaugten Luft liegt, kondensiert am Verdampfer Wasser aus, die Luft wird getrocknet. Nachfolgend wird in den meisten Betriebszuständen die abgekühlte Luft wieder erwärmt, damit sie optimal temperiert in den Innenraum gelangt. Die ungeachtet der Klimatisierungsanforderung erfolgende Abkühlung auf 1°C bis 3°C erfordert demzufolge meist zuviel Kühlleistung.

Daher wird es eine Aufgabe der nachfolgenden Erfindung sein, die Klimaanlage immer nur so zu betreiben, daß die Luft auf eine gerade erforderliche Temperatur abgekühlt wird. Dazu ist es erforderlich, die Verdampfer-temperatur einzustellen, und zwar entsprechend den Erfordernissen im Fahrzeug.

Aus der DE 196 08 015 C1 ist ein Luftmischverfahren für eine Klimaanlage eines Fahrzeugs zur Energieverbrauchs-senkung bekannt, bei der u. a. auch die spezifische Enthalpie zur Mischung von Frisch- und Umluft berücksichtigt wird. Insbesondere wird einem Wärmetauscher eine Mischluft mit der kleinsten spezifischen Enthalpiedifferenz zur Verfügung gestellt. Zum Auffinden der spezifischen Enthalpie wird die Temperatur und die relative Feuchtigkeit der Luft gemessen. Eine Verdampfer-temperaturregelung ist aus der DE 196 08 015 C1 jedoch nicht bekannt.

Aus der DE 197 28 578 A1 ist ein Verfahren zur außen-taupunktabhängigen Verdampfer-temperatursteuerung bekannt, bei dem die Lufttemperatur und die Taupunkttemperatur der von der Klimaanlage zur Klimatisierung eines Innenraumes von einem Außenraum angesaugten Luft bestimmt werden und aus Innenraumtemperatur-Sollwertvorgaben eine gegenheizfreie Verdampfer-Anforderungstemperatur ermittelt wird. Insbesondere wird ein Sollwert verwendet, der als der kleinere Wert von einer Verdampfer-Anforderungstemperatur einerseits und der Differenz von Lufttemperatur abzüglich Taupunkttemperatur der Zuluft andererseits gewählt wird.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betrieb einer Klimaanlage zu schaffen, bei dem allen Komfort- und Sicherheitsbedingungen Rechnung getragen wird.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst. Zur Vermeidung eines unnötigen Energieverbrauchs wird die Verdampfer-temperatur auf einen Temperaturwert eingeregelt, der sowohl den Komfort- als auch den Sicherheitsaspekten Rechnung trägt. Zum einen wird ein Verdampfer-temperaturwert bezüglich einer bestimmten Luftfeuchte ermittelt. Zum anderen wird ein Verdampfer-temperaturwert zur Sicherstellung einer ausreichenden Kühlleistung ermittelt. Sodann wird die kleinste der vorgenannten Verdampfer-temperaturwerte ausgewählt.

Der Verdampfer-temperaturwert, welcher bezüglich einer gewünschten Luftfeuchte ermittelt wird, ist in Abhängigkeit von Beschlagskriterien der Fahrzeugscheiben und Komfortkriterien zu ermitteln. Damit wird zum einen sichergestellt, daß die Sicht des Fahrers nicht beeinträchtigt wird. Zum anderen wird auf ein angenehmes, nicht zu trockenes Raumklima für die Fahrzeuginsassen geachtet. Für beide Fälle er-

gibt sich eine maximale zulässige Luftfeuchtigkeit im Fahrzeug. So darf der Taupunkt der Luft die Temperatur der Scheibeninnenflächen, die hierzu berechnet werden müssen, nicht unterschreiten. Als Komfortgrenzwert dient eine maximal zulässige Enthalpie der Luft im Fahrzeuginnenraum, die aus Feuchte und Temperatur bestimmt wird.

Die Innenraumfeuchte ist unter anderem eine Funktion der Wasserdampf-Abgabe der Insassen, sowie der Einblasluftmenge und -feuchte. Der Einblasluftzustand ist unter anderem durch die Verdampfer-temperatur zu beeinflussen. Sie ist so einzustellen, daß die Innenraumfeuchte die zulässigen Grenzen zur Einhaltung der Beschlags- und Komfortanforderungen nicht überschreitet.

Der Verdampfer-temperaturwert, der auf eine ausreichende Kühlleistung abstellt, wird durch die Soll-Einblas-temperatur und die unerwünschte Erwärmung in den Luftführungsbauteilen, die dem Verdampfer nachgeschaltet sind, beeinflusst. Vorzugsweise werden bei der Bestimmung der zur Sicherstellung einer ausreichenden Kühlung zugeordneten Verdampfer-temperatur die Innenraumtemperatur, die Umgebungstemperatur und/oder die Sonneneinstrahlung als Einflußfaktoren für die unerwünschte Erwärmung berücksichtigt.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, daß auf das vorgenannte Verfahren erst bei Vorliegen von bestimmten Betriebsbedingungen umgeschaltet wird. Damit wird bei kritischen Betriebsbedingungen eine immer ausreichend niedrige Verdampfer-temperatur sichergestellt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines speziellen Ausführungsbeispiels – auch im Hinblick auf weitere Merkmale und Vorteile – und mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Die Zeichnungen zeigen in

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Klimaanlage in einem Fahrzeug,

Fig. 2 eine schematische Blockskeizze des Kältekreislaufs einer erfindungsgemäßen Ausführungsform einer Klimaanlage mit Ansteuerung,

Fig. 3 ein Blockdiagramm, welches die Wirkungskette zur Ermittlung des Innenraumkomforts darstellt,

Fig. 4 ein Blockdiagramm, welches die Wirkungskette zur Ermittlung des Scheibenbeschlags darstellt,

Fig. 5 ein Blockdiagramm, welches die Wirkungskette zur Einhaltung der Leistungsgrenze darstellt,

Fig. 6 ein Blockdiagramm, welches die Bedingungen für eine erfindungsgemäße Verdampfer-temperaturregelung darstellt,

Fig. 7 ein Blockdiagramm, welches die Auswahlkriterien für die Verdampfer-temperatur darstellt,

Fig. 8 ein Blockdiagramm, welches die Verdampfer-temperatur unter Beachtung des Feuchte-kriteriums darstellt

Fig. 9 ein Blockdiagramm, welches die Verdampfer-temperatur unter dem Kriterium der Kühlleistung darstellt sowie

Fig. 10 Blockschaubild, welches einen Aufbau für eine erfindungsgemäße Verdampfer-temperaturregelung im Fahrzeug zeigt.

In Fig. 1 ist in schematischer Draufsicht ein Fahrzeug dargestellt, in welchem eine Klimaanlage mit Kompressor 101, Verdampfer 102, Trockner 103 und Kondensator 104 angeordnet ist. Erfindungsgemäß wird durch Variation der Verdampfer-temperatur die Temperatur und die Feuchtigkeit der Einblasluft für das Fahrzeug verändert. Unter Berücksichtigung der Klimabehaglichkeit für die Insassen im Fahrzeug ist die Luftfeuchte mit Erhöhung der Verdampfer-temperatur zu steigern. Begrenzt wird diese Option durch die Gefahr des Scheibenbeschlags und ein mögliches Erreichen einer "Schwülegrenze". Darüber hinaus muß eine ausrei-

chende Kühlleistung sichergestellt sein.

Nachfolgend wird eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens beschrieben, wobei im Rahmen des Verfahrens eine Logik verwendet wird, die in Abhängigkeit von im Fahrzeug vorhandenen Parametern, wie Außentemperatur, Innentemperatur, etc., eine Wahl der Verdampfer-temperatur erlaubt.

Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel wird ein Kompressor eingesetzt, dessen Hubvolumen variiert werden kann. Ein solcher Kompressor ist in einem Blockdiagramm in Fig. 2 mit dem Bezugszeichen 201 dargestellt und wird von einer Klimaregelung 208 angesteuert. Durch unterschiedliche Volumenströme im Kältekreislauf der Klimaanlage lassen sich verschiedene Kälteleistungen variieren. Dies hat zur Folge, daß die Temperatur des Verdampfers angepaßt werden kann. Zur Hubvolumenverstellung hat der Kompressor einen elektrischen Eingang, der mit einem Signal aus der Regeleinrichtung beaufschlagt wird. In der Klimaregelung 208 gehen Eingangssignale 206 wie eine externe Temperaturvorgabe und die Verdampfer-temperatur  $T_V$  ein. Die Temperatur  $T_V$  kommt von einem Verdampfer 202, durch den das Kühlmittel nach dem Kompressor, dem Kondensator 204 und dem Expansionsventil 205 geleitet wird.

Nachfolgend wird die Logik zur Verdampfer-temperatur-regelung dargelegt. Bei der Regelung müssen folgende Bedingungen beachtet werden. Die Behaglichkeit für die Insassen bezüglich der Luftfeuchtigkeit muß gesichert sein. Ein Scheibenbeschlag soll vermieden werden. Zur Kühlung soll eine ausreichende Kühlleistung zur Verfügung gestellt werden. Um diese Bedingungen in der Kombination zu erfüllen, müssen verschiedene Zusammenhänge berücksichtigt werden, die nachfolgend erläutert sind:

Die Behaglichkeitsbeurteilung für den Innenraum wird anhand von Fig. 3 dargestellt. Von links beginnend ist die Entstehung der Innenraumfeuchte  $x_{\text{innen}}$  307 dargestellt. Ein wesentlicher Faktor für die Innenraumfeuchte  $x_{\text{innen}}$  ist die Einblasfeuchte  $x_{\text{n.v.}}$  306 die vor allem von der Verdampfer-temperatur  $T_{V,K}$  305 abhängt, weil sie für die Trocknung der Außenluft (Feuchte  $\phi_\infty$  301, und Temperatur  $T_\infty$  302) verantwortlich ist (absolute Außenfeuchte  $x_\infty$ ). Ausschlaggebend für die Trocknung der Außenluft ist die Funktion des Verdampfer-Abscheidegrads 304.

Die Innenraumluft wird ferner von den Insassen mit Wasser angereichert, was durch eine Feuchtezunahme  $\Delta x$ , 310, zum Ausdruck kommt. Die Feuchtezunahme  $\Delta x$ , 310, ist abhängig von der Anzahl der Insassen 308 sowie der Feuchte je Insassen 309. Die Anzahl der Insassen 308 kann über eine Sitzbelegungserkennung die Feuchte über vorgegebene Parameter ermittelt werden.

Aus der Innenraumfeuchte  $x_{\text{innen}}$ , 307, und der Innenraumtemperatur  $T_{\text{innen}}$ , 312 läßt sich eine spezifische Enthalpie (Enthalpie der feuchten Luft) für die Fahrgastzelle  $h_{\text{innen}}$ , 311, bestimmen. Diese spezifische Enthalpie 311 wird nun mit einer Komfortgrenze  $h_{\text{max}}$ , 313, verglichen und muß bei der vorliegenden Erfindung stets kleiner als dieser Grenzwert sein. Die zulässige spezifische Innenraumenthalpie  $h_{\text{max}}$ , 313, stammt grundsätzlich aus einer mit Insassen durchgeführten Komfortbewertung. Zusätzlich sind drei Korrekturfaktoren vorgesehen, nämlich eine Schichtungs-einstellung 314, die Sonneneinstrahlung 316 und die  $T_{\text{Soll}}$ -Einstellung 317. Falls der Fahrer eine kalte Schichtungs-einstellung wählt oder eine niedrige Solltemperatur an einem Bedienteil 317 einstellt, so kann dies nicht nur eine Abkühlung des Innenraums als Ziel haben, sondern möglicherweise auch den Wunsch nach einer frischeren Luft. Hier besteht die Möglichkeit, die maximale Enthalpie ( $h_{\text{innen}}$ ) nach unten zu korrigieren.

Der Vergleich der ermittelten spezifischen Enthalpie ( $h_{\text{in-}}$

nen) mit der maximal zulässigen Innenraumenthalpie  $h_{\text{max}}$  ist durch das Kästchen 318 dargestellt.

Um eine behagliche Umgebung für die Fahrzeuginsassen bezüglich der Luftfeuchtigkeit zu realisieren, spielt die Verdampfer-temperatur  $T_{V,K}$  wie anhand von Fig. 3 erläutert eine entscheidende Rolle. Insbesondere ist dabei anzumerken, daß sich die Enthalpie als hervorragende Größe zur Beurteilung des Innenraumkomforts dargestellt hat. In diesem Zusammenhang wird auf die Veröffentlichung von Fanger, P. O. "Air Humidity And Perceived Air Quality, Laboratory of Environment of Energy, Department of Energy Engineering, Technical University Denmark" vom 19.11.1997 hingewiesen. Fanger hat festgestellt, daß sich die Luftqualität besonders gut in Abhängigkeit von der spezifischen Enthalpie, d. h. von verschiedenen Kombinationen von Lufttemperatur und Luftfeuchte ermitteln läßt.

Als nächsten Punkt der geforderten Bedingungen ist die Vermeidung von Scheibenbeschlag zu berücksichtigen.

Anhand von Fig. 4 wird dies nachfolgend erläutert. Dabei entsprechen die mit den Bezugsziffern 401, 402, 403, 404, 406, 408, 409, 410, 407 und 415 dargestellten Größen den entsprechenden Größen in Fig. 3. Fig. 4 läßt erkennen, daß die Entstehung der Innenraumfeuchte  $x_{\text{innen}}$ , 407, identisch mit jener aus der Komfortbetrachtung ist. Von  $x_{\text{innen}}$ , 407 läßt sich auf die Taupunkttemperatur schließen, die zusammen mit der Scheibentemperatur  $T_{\text{Scheibe}}$ , 413, ausschlaggebend für einen möglichen Scheibenbeschlag ist. Die Größe  $dx_{\text{inhomogen}}$ , 411, welche zwischen die Innenraumfeuchte  $x_{\text{innen}}$  und die Taupunkttemperatur  $T_{\text{Taup}}$  geschaltet ist, soll mögliche Inhomogenitäten der Luftdurchmischung berücksichtigen. Nicht überall hat die Luft die gleiche Feuchtigkeit. Vielmehr bewirkt z. B. die Anwesenheit von Menschen Ungleichmäßigkeiten in der Feuchteverteilung. Die neben der Taupunkttemperatur  $T_{\text{Taup}}$ , 412, für Beschlag mitverantwortliche Scheibeninnentemperatur  $T_{\text{Scheibe}}$ , 413, ist eine Funktion der Außen- ( $T_\infty$ ) und Innenraumtemperatur  $T_{\text{innen}}$ , 415. Hierbei findet sich erneut die Einflußgröße "Sonneneinstrahlung" 414 wieder. Tagsüber, bei Sonnenschein, erhöht sich die Scheibentemperatur. Bei Nacht jedoch kann der kalte Strahlungshintergrund - Himmel - berücksichtigt werden. Bei einem Vergleich der Scheibentemperatur  $T_{\text{Scheibe}}$  mit der Taupunkttemperatur  $T_{\text{Taup}}$  muß darauf geachtet werden, daß die Taupunkttemperatur  $T_{\text{Taup}}$  nicht unterhalb der Scheibentemperatur  $T_{\text{Scheibe}}$  liegt. Entsprechend muß die Verdampfer-temperatur  $T_{V,B}$  in Fig. 4 gewählt werden. Damit ergibt sich ein weiteres Kriterium für eine obere Verdampfer-temperaturgrenze.

Als nächstes wird auf eine Sicherstellung einer ausreichenden Kühlleistung eingegangen.

Bei momentanen Verdampfer-temperaturwerten von 1 bis 3°C stellt sich kein Problem einer einzuhaltenden Kühlleistungsgrenze. Wird die Verdampfer-temperatur jedoch auf eine weniger niedrige Temperatur eingestellt, ist es möglich, daß der Innenraum nicht ausreichend gekühlt wird. Aus einer Schichtungsstellung und den Werten Innentemperatur, Außentemperatur und eingestellter Solltemperatur wird eine Temperatur für die Luft aus den Belüftungsgittern bestimmt. Wird die Schichtung auf "kalt" gestellt, kann je nach Berechnung des Steuergeräts im Extremfall nur direkt dem Verdampfer entnommene Luft dem Innenraum zugeführt werden. Für die Verdampfer-temperaturregelung bedeutet dies, daß nur maximal die Solltemperatur erreicht werden darf, die zum Ausgleichen auf der Belüftungsebene erforderlich ist. Um die Aufheizung der Luft in erwärmten Kanälen zu berücksichtigen muß die Temperaturgrenze  $T_V$  angepaßt werden. Dies ist in Fig. 5 in schematischer Weise dargestellt. Die Blöcke 502 (Umgebungstemperatur), 503 (Innenraumtemperatur) und 504 (Sonneneinstrahlung) bestimmen die Temperatur der angrenzenden Bauteile, die sich

wiederum auf die Erwärmung der Einblasluft 506 in Form einer Erwärmung  $\Delta T_{\text{Erwärmung}}$  auswirkt. Durch diesen Einfluß wird die Verdampfer-temperatur  $T_{V,p}$  noch erwärmt, bis sie als Ausblastemperatur  $T_{\text{Ausblas}}$ , 507, aus den Lüftungsgittern austritt.

Eine übergeordnete Bestimmung der Verdampfer-temperatur  $T_V$  aus allen vorgenannt beschriebenen Verdampfer-temperaturen, kann aus Fig. 7 ersehen werden. Im wesentlichen wird der niedrigste Wert aus den Verdampfer-temperaturwerten  $T_{V,F}$  und  $T_{V,p}$  als einzustellende Verdampfer-temperatur  $T_V$ , 705, ausgewählt, wobei  $T_{V,F}$ , 703 die Verdampfer-temperatur aus dem Feuchtekriterium und  $T_{V,p}$ , 704, die Verdampfer-temperatur aus dem Leistungskriterium darstellt. Das Feuchtekriterium wiederum ergibt sich aus dem Beschlagskriterium 701, welches aufgrund der Beschlagsgrenze gewählt wurde, sowie dem Komfortkriterium 702, welches aufgrund der maximalen Luftenthalpie im Innenraum gewählt wurde. In diesem Zusammenhang wird auf die Ausführungen zu den Fig. 3 bis 5 verwiesen.

Die Verdampfer-temperaturermittlung mit Bezug auf die Leistung läßt sich nochmals genauer aus Fig. 9 entnehmen. Die Verdampfer-temperatur  $T_{V,p}$  stellt gemäß Bezugsziffer 909 eine Funktion der Ausblastemperatur  $T_{\text{Ausblas}}$  und der Erwärmung der Einblasluft  $\Delta T_{\text{Erwärmung}}$  dar. Gemäß der Blöcke 901 bis 908 in Fig. 9 werden dabei die Sonneneinstrahlung  $P_{\text{Sonne}}$ , 901, der Sonnenaufschlag  $dT_{P,\text{Sonne}}$ , 902, die Innenraumtemperatur  $T_{\text{Innen}}$ , 905, die Außentemperatur  $T_{\text{Außen}}$ , 903, der Innentemperaturaufschlag  $dT_{T,\text{Innen}}$ , 906, und der Außentemperaturaufschlag  $dT_{T,\text{Außen}}$ , 904, berücksichtigt. Dies ergibt die Aufblaslufterwärmung  $dT_{\text{Erwärmung}}$  in 907, welche zusammen mit der Ausblastemperatur als Belüftungs-Sollwert  $T_{\text{Ausblas}}$ , 908, zu der Verdampfer-temperatur  $T_{V,p}$  führt.

Die Verdampfer-temperaturregelung aus dem Feuchtekriterium, welche in Fig. 7, bei 703 dargestellt ist, kann wie in Fig. 8 genauer angegeben ermittelt werden. Mittels der Sonneneinstrahlung  $P_{\text{Sonne}}$ , 801, des Sonneneinflusses  $dh_{\text{Sonne}}$ , 802, der Solltemperaturerhöhung  $T_{\text{Soll}}$ , 803, der Solltemperatur  $dh_{T,\text{Soll}}$ , 804, dem Schichtungswert  $S$ , 805, dem Schichtungseinfluß  $dh_{\text{Schichtung}}$ , 806, und der Komfortauswertung  $h_{\text{Komfort}}$ , 807, kann die zulässige spezifische Enthalpie  $h_{\text{Innen}}$ , 808, ermittelt werden. Zusammen mit der Innenraumtemperatur  $T_{\text{Innen}}$ , 809, läßt sich die Innenraumfeuchte  $X_{\text{Innen},K}$  feststellen.

Auf der anderen Seite läßt sich über die Innenraumtemperatur  $T_{\text{Innen}}$ , 813, die Außentemperatur  $T_{\text{Außen}}$ , 814, und der Sonneneinstrahlung  $P_{\text{Sonne}}$ , 815, die Scheibentemperatur  $T_{\text{Scheibe}}$ , 816, ermitteln. Unter Berücksichtigung der inhomogenen Verteilung  $dx_{\text{inh}}$ , 818, sowie der Taufeuchte  $x_{\text{Tau}}$ , 817, ergibt sich die maximal zulässige Innenraumfeuchte  $X_{\text{Innen},B}$ , 819 (Beschlagskriterium). Die Innenraumfeuchte  $X_{\text{Innen}}$ , 820, wird dann als niedrigster Wert von  $X_{\text{Innen},K}$  und  $X_{\text{Innen},B}$  ausgewählt.

Die Innenraumfeuchte  $x_{\text{Innen}}$ , 820, ergibt zusammen mit der Feuchtezunahme durch die Insassen  $dx_i$ , 812, welche aus der Anzahl der Insassen  $n_i$ , 811, ermittelt wird, die Einblasfeuchte  $x_{n,v}$ , 821. Die Einblasfeuchte  $x_{n,v}$ , 821, ergibt zusammen mit der absoluten Außenfeuchte  $x_{\text{Außen}}$ , 825, und dem Luftmassenstrom  $dm_{\text{Luft}}$ , 827, die Verdampfer-temperatur  $T_{V,F}$ , 828. Die absolute Außenfeuchte  $x_{\text{Außen}}$ , 825, läßt sich wiederum über die relative Außenfeuchte  $rF_{\text{Außen}}$ , 822, und dem Außentemperaturwert  $T_{\text{Außen}}$ , 823, ermitteln. Der Luftmassenstrom  $dm_{\text{Luft}}$ , 827, läßt sich über die Fahrzeuggeschwindigkeit  $v_{\text{Fzg}}$ , 824, und die Gebläsespannung  $U_{\text{Gebl}}$ , 826, ermitteln.

Insgesamt kann mit der oben angegebenen Verdampfer-temperaturregelung eine Klimaregelung realisiert werden, die den Bedingungen Behaglichkeit für die Insassen be-  
 55

lich der Luftfeuchtigkeit, Vermeidung von Scheibenbeschlag und Sicherung einer ausreichenden Kühlleistung genügt.

Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die erfindungsgemäße Regelung jedoch nicht bei jeder Umgebungs- oder Betriebsbedingung durchgeführt. Aus Fig. 6 ist zu entnehmen, daß die Regelung der Verdampfer-temperatur  $T_V$  nur dann in der oben beschriebenen Weise durchgeführt wird, wenn sechs Bedingungen erfüllt sind. 1. Es muß der Frischluftbetrieb eingestellt sein (602). 2. Ferner soll die Klimaanlage im Automatikmodus betrieben werden (604). 3. Überdies muß die Außentemperatur im Bereich von 0 bis 25°C liegen (606). 4. Darüber hinaus darf es nicht regnen (608) und 5. die Luftleistung sollte größer oder gleich einer vorgegebenen Automatikgebläseluftleistung sein (612). Diese Größen kann man aus den jeweilig vorliegenden Signalen und Fühlern ableiten (Bezugsziffern 601, 603, 605, 607, 609, 610 und 611). Bei Abweichungen von z. B. Frischluft- oder Automatikbetrieb kann die Verdampfer-temperaturregelung ebenso mit dem dargestellten Schema aber anderen Grenzwerten und Sicherheiten betrieben werden.

Ein schematisches Blockdiagramm für eine Steuereinrichtung zur Durchführung des oben beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrens ist in Fig. 10 gezeigt. Nicht berücksichtigt wurden die Signale Sonneneinstrahlung, Außenfeuchte und Luftmassenstrom. Die bereits in dem Fahrzeug 100 vorliegende Fahrzeugelektrik 1001 stellt die notwendigen Temperaturdaten  $T_1$  ( $T_{\text{Innen}}$ ),  $T_A$  ( $T_{\text{Außen}}$ ) und  $T_V$  ( $T_{\text{Verdampfer-temperatur}}$ ) einem Rechner 1003 zur Verfügung. Ferner werden weitere Daten der integrierten Heiz- und Klimaautomatik (IHKA-Daten) dem Rechner 1003 mitgeteilt. Der Rechner 1003 ist vorliegend als Rapid-Prototyping-Rechner ausgeführt und umfaßt eine Verdampfer-temperaturlogik 1004, eine Abfrageeinrichtung für das Vorliegen von geforderten Bedingungen 1005 und einen Regler 1006. Entsprechend der von der Fahrzeugelektronik 1001 eingehenden Daten wird aus der Verdampfer-temperaturlogik eine Verdampfer-temperatur ausgelesen und dem Regler 1006 mitgeteilt, welcher ein Spannungssignal 1007 zu einem externen Eingang des Kompressors 2 (vgl. Fig. 2) ausgibt.

Insgesamt läßt sich die vorliegende Erfindung einfach und kostengünstig realisieren, da nur wenige neue Fahrzeugkomponenten notwendig sind und zwar eine entsprechende Rechnererweiterung im Heiz-Klima-Steuergerät, sowie ein regelbarer, extern ansteuerbarer Kompressor. Gleichwohl läßt sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Kraftstoffersparnis durch zeitweises Anheben der Verdampfer-temperatur erzielen. Das Anspannungspotential liegt nach diesseitiger Einschätzung im Jahresmittel bei etwa 25% gegenüber einer herkömmlichen Regelung. Auf den gesamten Kraftstoffverbrauch eines Fahrzeugs umgelegt ergibt sich damit je nach Durchschnittsverbrauch des Fahrzeugs eine Einsparung in der Größenordnung von 1-4 %.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung der Verdampfer-temperatur bei einer Fahrzeugklimaanlage mit einem Verdampfer, einem Kompressor, einem Kondensator und einem Expansionsorgan, bei dem die Verdampfer-temperatur in Abhängigkeit von Betriebsbedingungen eingestellt wird, wobei ein erster Verdampfer-temperaturwert ( $T_{V,F}$ ) in Abhängigkeit von einem Beschlagskriterium ( $X_{\text{Innen},B}$ ) und einem Komfortkriterium ( $X_{\text{Innen},K}$ ) ermittelt wird, ein zweiter Verdampfer-temperaturwert ( $T_{V,p}$ ) zur Sicherstellung einer ausreichenden Kühlleistung ermit-  
 65

- telt wird und  
als einzustellende Verdampfertemperatur ( $T_V$ ) der  
Kleinste der beiden Verdampfertemperaturwerte aus-  
gewählt wird,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß als Komfortkriterium die spezifische Enthalpie  
( $h_{\text{Innen}}$ ) dient und die erste Verdampfertemperatur  
( $T_{V_P}$ ) derart festgelegt wird, daß die spezifische Ent-  
halpie ( $h_{\text{Innen}}$ ) einen Komfortgrenzwert ( $h_{\text{max}}$ ) nicht  
überschreitet.  
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-  
net, daß die spezifische Enthalpie ( $h_{\text{Innen}}$ ) aus der In-  
nenraumfeuchte ( $x_{\text{Innen}}$ ) und der Innenraumtemperatur  
 $T_{\text{Innen}}$  bestimmt wird.  
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, da-  
durch gekennzeichnet, daß als Beschlagskriterium die  
Scheibentemperatur ( $T_{\text{Scheibe}}$ ) dient und das Beschlags-  
kriterium so festgelegt wird, daß die Tautemperatur  
( $T_{\text{Tau}}$ ) die Scheibentemperatur ( $T_{\text{Scheibe}}$ ) nicht unter-  
schreitet.  
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeich-  
net, daß die Scheibentemperatur ( $T_{\text{Scheibe}}$ ) aus der Um-  
gebungstemperatur ( $T_{\infty}$ ) und der Innenraumtempera-  
tur ( $T_{\text{Innen}}$ ) bestimmt wird.  
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü-  
che, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Verdamp-  
fertemperatur ( $T_{V_P}$ ) in Abhängigkeit von der Erwär-  
mung oder Kühlung einerseits und der Einblasmenge  
der Einblasluft andererseits gewählt wird.  
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeich-  
net, daß bei der Bestimmung der zweiten Verdampfer-  
temperatur ( $T_{V_P}$ ) die Umgebungstemperatur, die In-  
nenraumtemperatur, die Temperatur der angrenzenden  
Bauteile und/oder die Sonneneinstrahlung berücksich-  
tigt werden.  
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü-  
che, dadurch gekennzeichnet, daß eine Umschaltung  
auf eine konstante Verdampfertemperatur oder eine an-  
gepaßte Ersatzwertgenerierung dann stattfindet, wenn  
vorgegeben geforderte Betriebsbedingungen nicht vor-  
liegen.  
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeich-  
net, daß es sich bei den Bedingungen um einen Frisch-  
luftbetrieb, einen Automatikbetrieb, einen Betrieb  
ohne Regen, eine Mindestluftleistung und/oder einen  
bestimmten Außentemperaturbereich handelt.

---

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

---

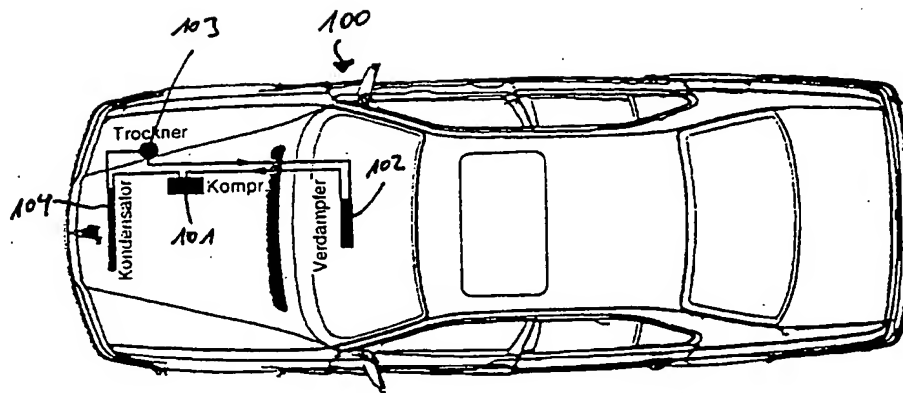


Fig. 1

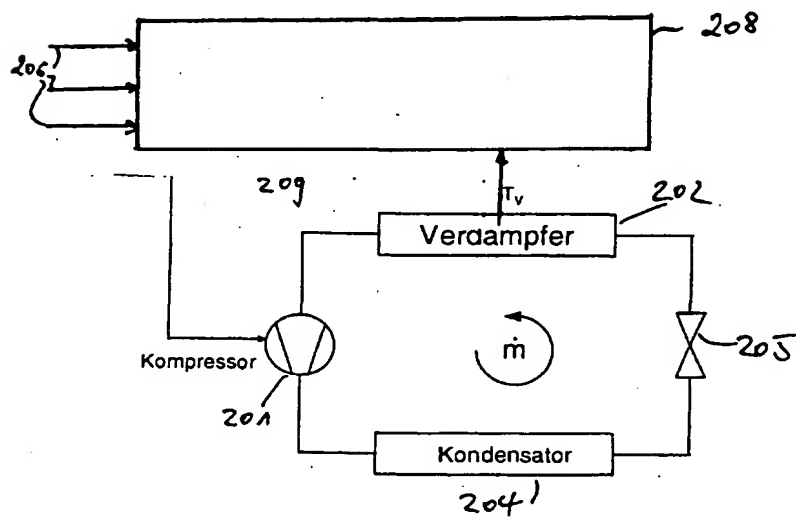


Fig. 2

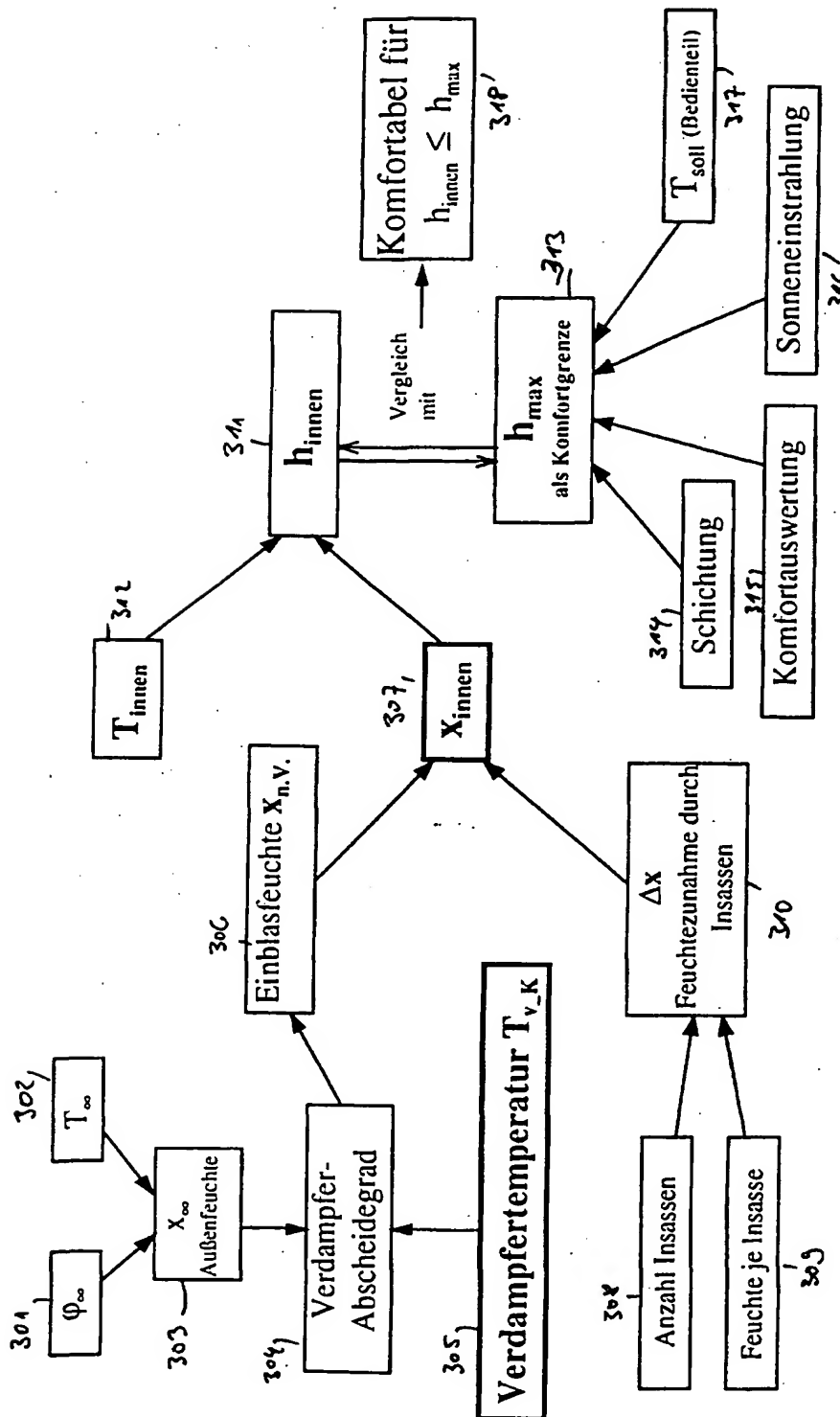


Fig. 3

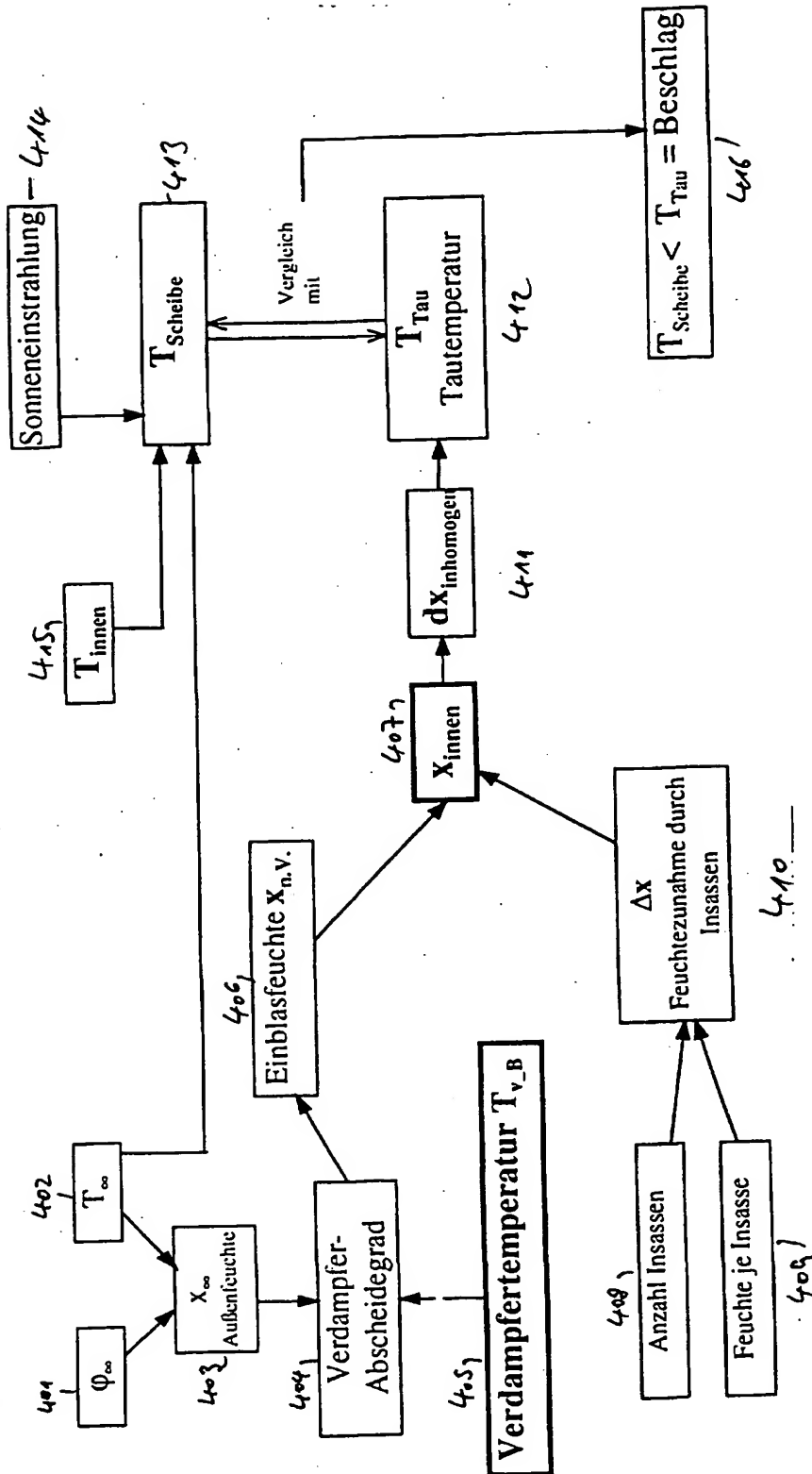


Fig. 4



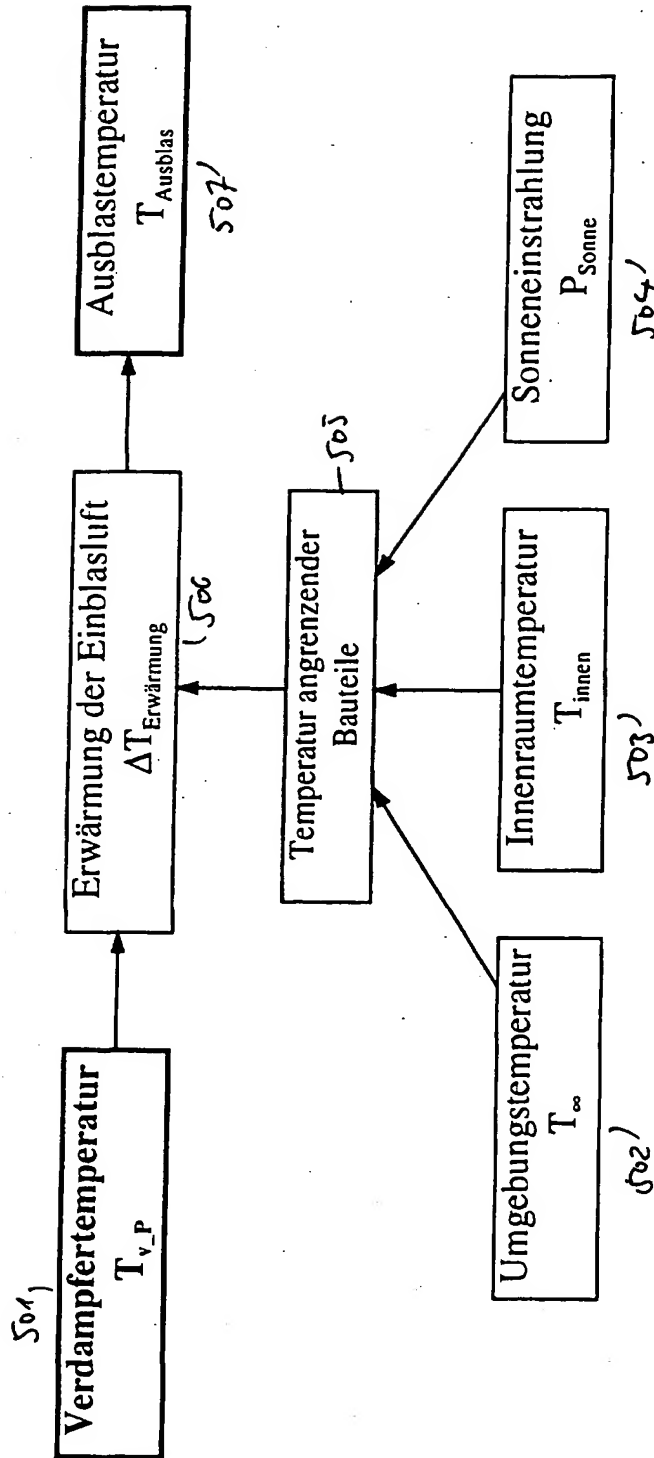


Fig. 5

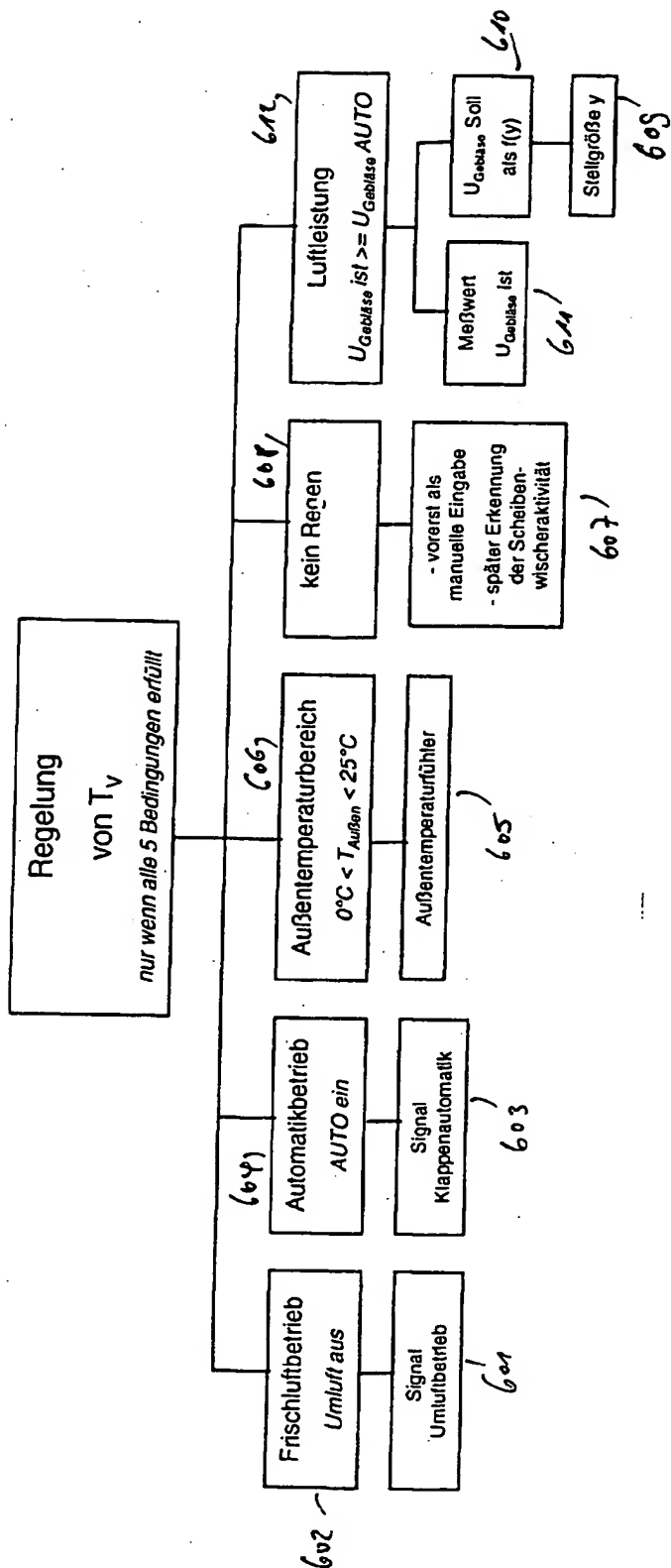
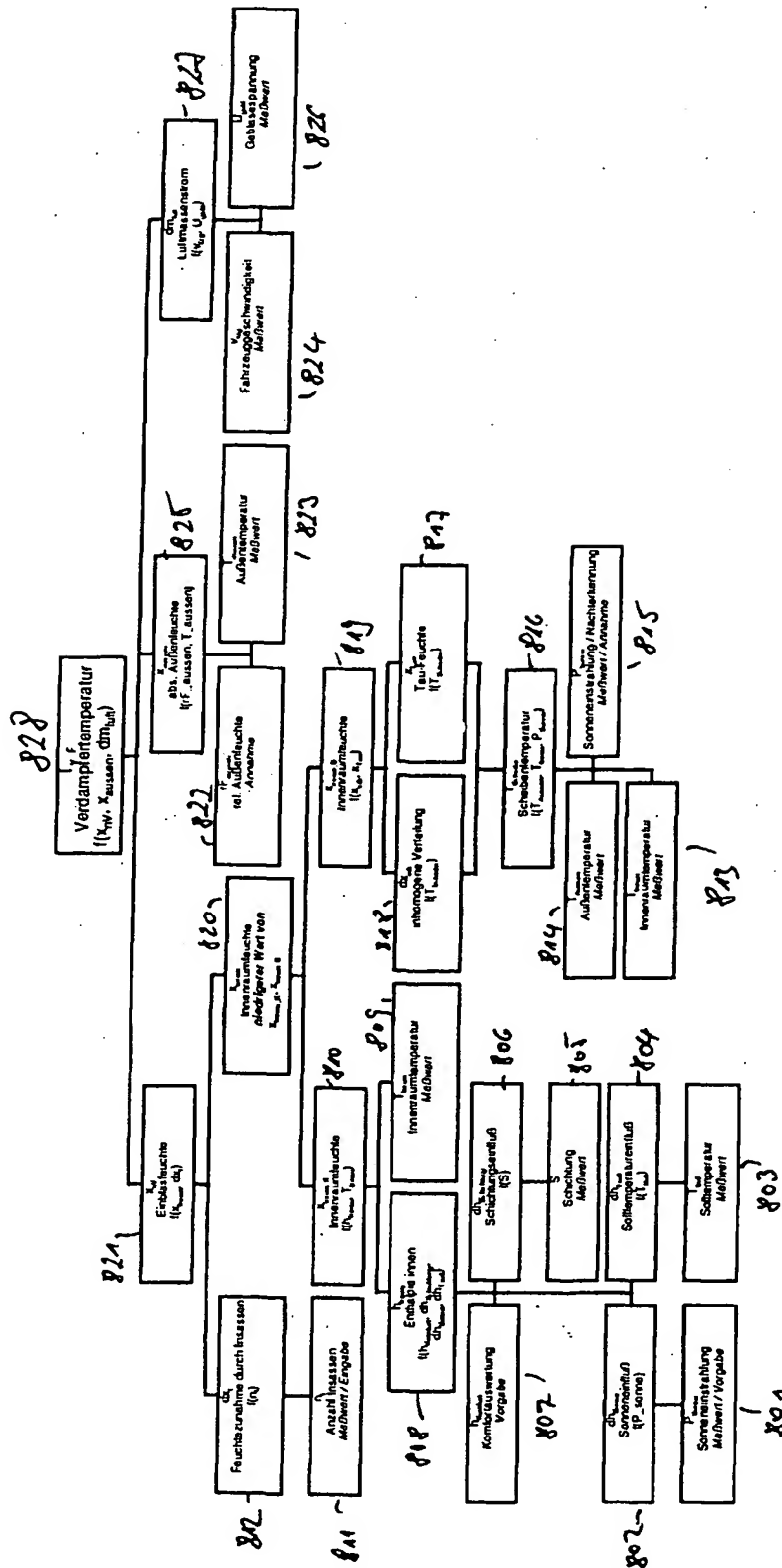


Fig. 6



Frq. 2

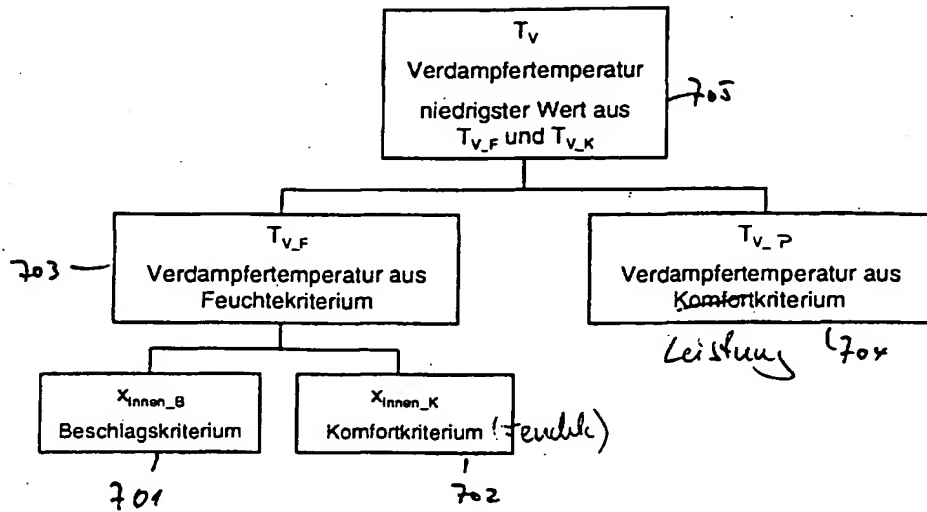


Fig. 7

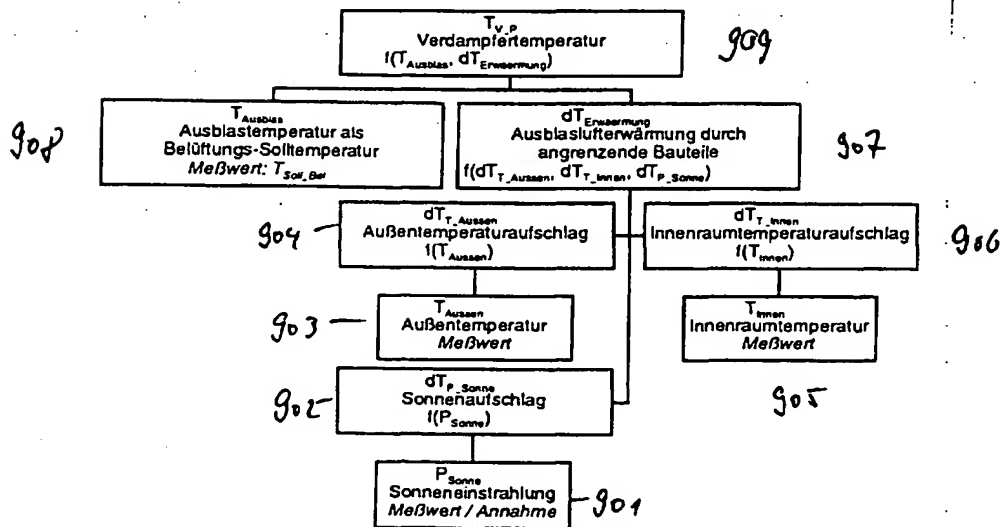


Fig. 9

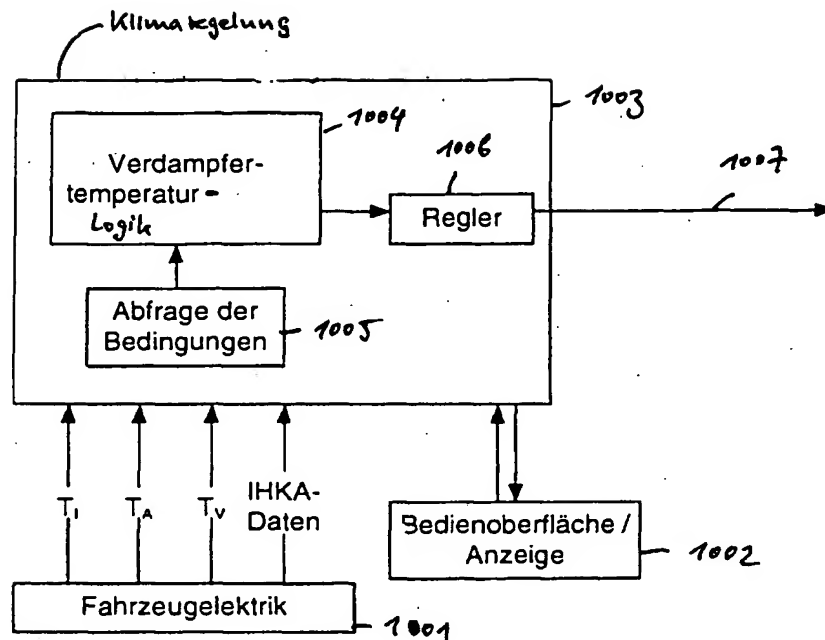


Fig. 10